

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP408005864A  
PAT-NO: JP408005864A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08005864 A  
TITLE: FORMATION OF SPHERICAL END FIBER LENS

PUBN-DATE: January 12, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KIMURA, MITSUTERU  
MIYAGAWA, HISAYUKI  
ENDO, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KK TOHOKU NAKATANI  
KIMURA MITSUTERU

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP06141577  
APPL-DATE: June 23, 1994

INT-CL\_(IPC): G02B006/32; G02B006/00 ; G02B006/10

ABSTRACT:

PURPOSE: To easily form a spherical end fiber lens having a prescribed focal length with high accuracy.

CONSTITUTION: An optical fiber fusing device 2 which balls up the front end of an optical fiber 10 by electric discharge heating, a light source device 1 and a photodetector 3 which introduces the light from the light source 1 to the other end of the optical fiber 10 and determines the focal length by keeping the light radiated from the ball up end of the optical fiber 10 and detecting the radiation light are provided. The signal from the photodetector 3 is fed back and the discharge power, discharge time, etc., of the optical fiber fusing device 2 are adjusted, by which the prescribed focal length is obtd.

COPYRIGHT: (C) 1996, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-5864

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/32			
	6/00	3 0 1		
	6/10	D		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-141577

(22) 出願日 平成6年(1994)6月23日

(71) 出願人 591042399

株式会社東北中谷

宮城県柴田郡川崎町大字川内字北川原山  
228

(71) 出願人 391025741

木村 光照

宮城県宮城郡七ヶ浜町汐見台3丁目2番地  
の56

(72) 発明者 木村 光照

宮城県宮城郡七ヶ浜町汐見台3丁目2番地  
56

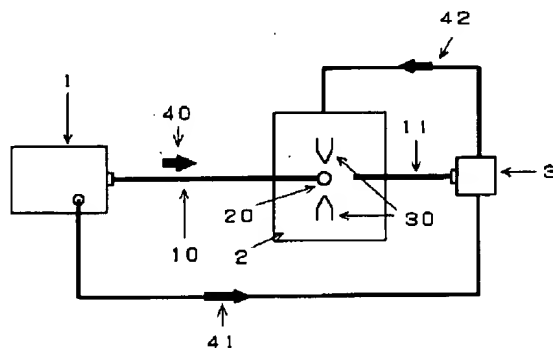
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 先球ファイバレンズの作成方法

(57) 【要約】

【目的】 所定の焦点距離を持つ先球ファイバレンズを容易に、且つ高精度に形成する。

【構成】 先球ファイバの作成方法に関する。光ファイバ10の先端を放電加熱してボールアップさせる光ファイバ溶融装置2と光源装置1と、この光源装置1からの光を光ファイバ10の他端に導入し、この光を光ファイバのボールアップ端から放射させておき、この放射光を検出して焦点距離を定める光検出装置3とを備え、光検出装置3からの信号をフィードバックして、光ファイバ溶融装置2の放電パワー、放電時間などを調節することにより所定の焦点距離が得られるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバの先端を溶融してボールアップし、これをレンズにさせる先球ファイバレンズの作成方法において、光ファイバ(10)の先端を放電加熱してボールアップさせる光ファイバ溶融装置(2)と光源装置(1)と、該光源装置(1)からの光を前記光ファイバ(10)の他端に導入し、この光を光ファイバ(10)のボールアップ端から放射させておき、この放射光を検出して焦点距離を定める光検出装置(3)とを備え、前記光ファイバ溶融装置(2)に前記光検出装置(3)からの信号をフィードバックして、前記光ファイバ溶融装置(2)の放電パワー、放電時間などを調節して、所定の焦点距離が得られるようにしたことを特徴とする先球ファイバレンズ(20)の作成方法。

【請求項2】 光源装置(1)から光ファイバ(10)内に導入する光を信号光とした請求項1記載の先球ファイバレンズ(20)の作成方法。

【請求項3】 光源装置(1)からの信号に同期した電気または光の信号を参照信号として利用する請求項2記載の先球ファイバレンズ(20)の作成方法。

【請求項4】 所定の開口面積を持つ光学スリットの背後に光センサを設け、所定の焦点距離が得られるようにした光検出装置(3)を備えた請求項1記載の先球ファイバレンズ(20)の作成方法。

【請求項5】 所定の開口面積を持つ光学スリットとして光ファイバ(11)を用いた請求項4記載の先球ファイバレンズ(20)の作成方法。

【請求項6】 二本以上の光ファイバを用い、その少なくとも一本を光ファイバレンズ(20)の光軸に配置し、これらの光ファイバを通る光の情報から焦点距離を定めるようにした請求項5記載の先球ファイバレンズ(20)の作成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ファイバから出射する光が所定の焦点距離を持つようにした先球ファイバレンズの作成方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光ファイバの先端をレンズ状に加工する方法として、研削などがあった。また、光ファイバの先端部を加熱溶融して先球ファイバレンズを作成する方法もある。これは、溶融加熱中のボールアップの様子を画像処理し画像でモニタして予め設定した引き込み量と一致したときに加熱を停止する方法が提案された。しかし、この方法は、溶融したときにコアの終端部から漏れる光の位置と先球先端の位置関係及び先球の曲率半径との関係が非常に厳しく、しかも光のコア終端部から漏れるところが点光源とみなせない時には、所定の焦点距離が得難い。つまり先球の外形は同じ様であってもコア終端部の点光源としての光の漏れる位置及び曲率半径

との関係にばらつきがある。従って決まった焦点距離のファイバレンズを得ようとした場合には、いずれもばらつきが生じやすく、問題があった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ほぼ平行光線になるようにしたり、所定の焦点距離を持つ先球ファイバレンズを作成するために、先球の曲率半径や溶融のための放電パワー及び放電時間を調節し、所定の焦点距離を制御できるようにし、再現性が良く、容易な先球ファイバレンズの作成方法を提供しようとするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】光ファイバ10の先端部を光ファイバ溶融装置2で溶融して先球ファイバレンズ20を作成する方法として、例えば、焦点距離が無限大、即ち平行光線を得るときには、点光源とみなせる光ファイバのコア終端部と先球先端部までの距離が先球の平均曲率半径Rの約3倍にすればよいことがわかってい。この様なときは焦点距離を検出する光検出装置3の所定の開口面積を持つ光学スリットの背後に光学センサを設けたり、あるいは所定の開口面積を持つ光学スリットとしての光検出用光ファイバ11で、ほぼ平行光線になることを検出してフィードバックにより放電パワー及び放電時間を制御する。また、大きい曲率半径の先球ファイバレンズ20を作成するときは、溶融加熱するファイバを固定する光ファイバ溶融装置2のクランプに送り機構を設けて制御すれば良い。

【0005】また、光ファイバ溶融装置2で放電加熱中、様々な領域の波長を持つ光が放射されるので光ファイバ10に導入する光は、チョッパーやレーザダイオードの電流変調などにより変調した信号光を導入し、信号光の波長のバンドパスフィルターを用いることにより、外乱光から信号光成分を精度良く、且つ正確に光検出装置3で検出することができる。

【0006】例えばLEDを電流変調信号により信号光を作る時の発振器からの電氣的な変調信号を参照信号にしたり、信号光に二分割し、一方を先球加工するファイバに、他方を参照光として利用し、ロックインアンプのように同期検出させて、外乱光から信号光をSN比を大きくさせた状態で分離することもできる。もちろん、この時、信号光のバンドパスフィルターを用いると一層SN比が大きくなる。尚、信号光の波長が1.3μmの時には、光検出用光ファイバ11から導入された1.3μm光を通過させる干渉フィルタをバンドパスフィルタとして光検出装置3内に設けると良い。

【0007】また、溶融中にボールアップ端から出射する光に対して焦点距離の光検出用光ファイバ11を用いる場合、光軸上に一本とそこから一定の間隔で平行に二本以上設置することで光強度分布の情報が得られ、所定の焦点距離を持つ一層正確な先球ファイバレンズ20が得られる。

## 【0008】

【作用】先球ファイバレンズ20の作成について本発明者らは、スネルの法則より計算式を立てて計算すると、空气中（屈折率 $n_2$ が約1.0）に光を出射するときには、コア終端部Aと先球先端の光軸中心部Cとの距離Lが、先球先端の光軸中心部付近の平均曲率半径Rのほぼ3倍になるように形成すれば、平行光線が得られるという理論と作成方法を提案している（特願平6-122211号）。

【0009】先球ファイバレンズ20の作成については、光ファイバ溶融装置2を用いてファイバ先端部を溶融加熱することによりボールアップさせる。この時、重要になるのが先球の平均曲率半径Rと先球先端の光軸中心部からコア終端部までの距離Lとの関係である。

【0010】本発明では、例えば平行光線を得るためには、先球ファイバの他端から光を導入し、ボールアップ端から放射させておき、光軸上で先球が形成される位置から十分離れたところに配置した焦点距離の光検出装置3の光検出用光ファイバ11で光強度をモニターしながらボールアップさせていく。そして、先球先端からコア終端部までの距離Lが短くなるにつれて光強度はしだいに大きくなり、先球先端からコア終端部までの距離Lが先球の平均曲率半径Rのほぼ3倍になるところで最大になり、その時、光ファイバ溶融装置2の放電パワー及び放電時間が止まるようにすればほぼ平行光線が得られる。

【0011】また、光ファイバのコア終端部に異なる光ファイバを融着接続し、その位置から所定の距離をファイバカッターで切断し、先球化すると良い。この様にコア終端部からファイバカッターで切断する距離は、常に一定にすることで先球の曲率半径を同じ大きさにすることができ、先球の曲率半径のばらつきを抑えることが可能である。

## 【0012】

## 【発明の実施例】

## 【0013】

【実施例1】図1に、本発明を実施するために使用される装置の構成図を示す。はじめに光ファイバ10としてシングルモード光ファイバ（コア径 $10\mu\text{m}$ 、クラッド径 $125\mu\text{m}$ ）を用い、その中心軸に対して垂直にファイバカッターで切断し、その切断面にコア終端部51を形成する。そこに、光ファイバ10に異なる光ファイバを同様に切断し、光ファイバ10の切断面と、異なる光ファイバの端面とを突き合わせ光ファイバ溶融装置2で溶融接続する。ここで、接続する異なる光ファイバは、コアを有しない光ファイバが好適である。この時の溶融条件は、放電パワーとしての放電電流が $15.1\text{mA}$ 、放電時間が2.5秒である。その後、光ファイバ溶融装置2に備え付けたファイバカッターで溶融接続した位置から異なるファイバ側の約1mm付近を切断する。この

接続した1mm長の光ファイバの先端部を溶融加熱して、わずかにボールアップさせた後、先球レンズ作成用の光ファイバ10の他端に光源装置1のLED（波長： $1.3\mu\text{m}$ ）の信号光40を導入し、ボールアップ端から出射させた。そして、前記光源装置1からの例えば電気的な参照信号41を光検出装置3に導入し、また、光検出装置3に接続した焦点距離の光検出用光ファイバ11を光ファイバ溶融装置2の光軸上で先球が形成される位置から約1mm離れたところにセッティングした。1mmの焦点距離を得るようにした場合、放電パワーとしての放電電流を $19.3\text{mA}$ にセットして切断面を放電加熱し、図2(a)に示す様に先球化した。この場合、先球から出射した光は光軸上に焦点を持つが、平均曲率半径Rが、まだ小さいので先球先端からコア終端部51までの距離Lが先球の平均曲率半径Rの3倍よりも長く、図3の放電時間に対する受光強度のグラフをみてわかるように放電時間に受光強度が依存する。そして、一定の放電電流で溶融していくと受光強度は次第に強くなり、ある時間（tf）でピークを持つ。この時、図2(b)に示す様に先球先端から出射した光は、焦点距離の光検出用光ファイバ11の端面に焦点を持ち、コア52に導波させ、本実施例での焦点距離を、1mmに設定した時には、光検出用光ファイバ11にカップリングした光強度が最大（約 $0.2\mu\text{W}$ ）を示し、この時、電気的なフィードバック信号42により放電が止まるように制御した。その結果、焦点距離が約1mmの先球ファイバレンズ20を作成することができた。また、この時、光検出用光ファイバ11を光ファイバ溶融装置2の光軸上で先球が形成される位置から十分離れたところにセッティングすれば平行光線を得ることも可能である。更に放電を続けると図2(c)に示すように、平均曲率半径Rは、大きくなるので先球先端からコア終端部51までの距離Lは先球に平均曲率半径Rの3倍よりも短くなり、先球を出射した光は発散し、図3で示すように受光強度は減少していく。

## 【0014】

【実施例2】図4に、本発明を実施するために使用される装置のもう一つの構成図を示す。使用するファイバは、実施例1と同じである。また、作成方法もほぼ同じであるが、焦点距離の検出方法が異なる。ここでは、光源装置1のLEDからの光信号を伝送する光ファイバ13をビームスプリッタ5に接続し、信号光40を分岐させ、一方を切断した先球レンズ作成用の光ファイバ10の他端に導入し（40A）、切断面から放射させる。そして、他方を光信号を伝送する光ファイバ12に導入して信号光40Bとする。そして、信号光40Bを光検出器4に導入し、例えば電気信号などの参照信号41に変換する。そして、参照信号41は、光検出装置3に導入する。また、光検出装置3に接続した焦点距離の光検出用光ファイバ11を光ファイバ溶融装置2の光軸上で先

5

球が形成される位置から約5mm離れたところにセッティングした。放電電流を19.3mAにセットして切断面を熔融加熱し、先球化した。そして、光強度が最大(約0.2μW)になるところで例えば電氣的なフィードバック信号42により放電が止まるように制御した。その結果、平行光線とみなせる領域がおおよそ5mmまでの先球ファイバレンズ20を作成することができた。

【0015】上述の実施例では、光検出用光ファイバ11を所定開口面積の光学スリットとして使用していたが、ここで図示しないが、実際にピンホールなどの光学スリットを形成し、信号光を通すバンドパスフィルタを介して光センサに導入しても良い。

【0016】尚、本発明の特定の実施例を本明細書で説明図示してきたが、当業者には修正や変更が容易にできることが認められる。従って請求の範囲は、上述の実施例以外でも、この様な修正や等価物を覆うものと解釈すべき意図である。

【0017】

【効果】本発明によれば先球ファイバから出射する光線を、ほぼ平行光線にしたり、所定の焦点距離を持つような先球ファイバレンズ20を作成するのに、光ファイバ熔融装置2の放電電流及び放電時間などを調節することで容易に、且つ高精度に作成することができる。

【0018】また、ファイバと各種センサ等のデバイスとの接続などの用途に応じた先球ファイバレンズ20を提供でき、その応用範囲は広がる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するために使用される装置の構成図で、光源装置1からの信号光40を光ファイバ10の先端球から出射させ光検出装置3で受光し、同時に光源装置1からの電気信号などの参照信号41を前記光検出装置3に導入し、信号を同期させて光強度が最大のところで放電が止まるように光ファイバ熔融装置2にフィードバック信号42を送る。

【図2】先球ファイバレンズ20形成時の距離Lと平均曲率半径Rと焦点距離fの関係を説明した図である。

(a) 先球の熔融初期で距離Lが平均曲率半径Rの3倍よりも長く、焦点距離fが先球ファイバレンズ20と光ファイバ11の間にある場合。

6

(b) 先球の熔融時間を調整して距離Lと平均曲率半径Rの大きさの関係で先球先端から光ファイバ11までの距離Dと焦点距離fが等しくなった場合。

(c) 先球の熔融時間が長すぎた場合に、距離Lが平均曲率半径Rの3倍よりも短く、負の焦点距離を持ち、光が発散した場合。

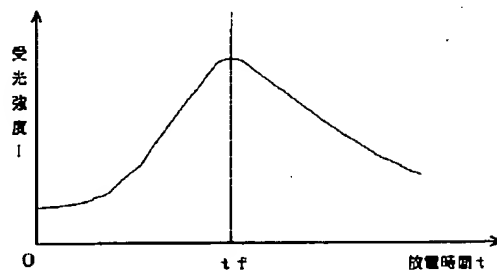
【図3】検出用光ファイバにおける受光強度Iと放電時間tとの関係(放電パワーは一定)。t=tfの時、受光強度が最大になる。

【図4】本発明を実施するために使用される装置の一つの構成図で光源装置1からの信号光40をビームスプリッタ5で分岐させ、一方を光ファイバ10の先端球から出射させ(信号光40A)、検出装置3で受光し、他方(信号光B)を同時に光検出器4に導入し電気信号などの参照信号41に変換し、光検出装置3に導入する。そして、信号を同期させて光強度が最大のところで放電が止まるように光ファイバ熔融装置2にフィードバック信号42を送る。

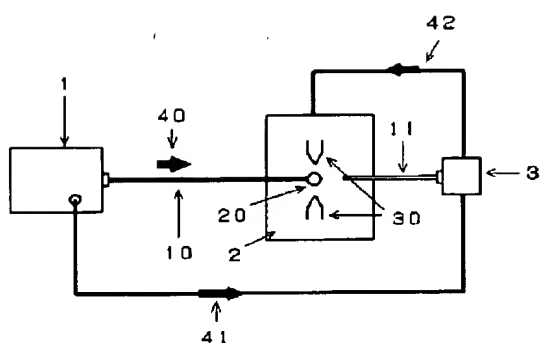
【符号の説明】

1. 光源装置
2. 光ファイバ熔融装置
3. 光検出装置
4. 光検出器
5. ビームスプリッタ
10. 光ファイバ
11. 光ファイバ
12. 光ファイバ
13. 光ファイバ
20. 先球ファイバレンズ
30. 放電加工針
40. 信号光
- 40A. 信号光
- 40B. 信号光
41. 参照信号
42. フィードバック信号
50. 先球ファイバのコア
51. 先球ファイバのコア終端部
52. 光ファイバのコア

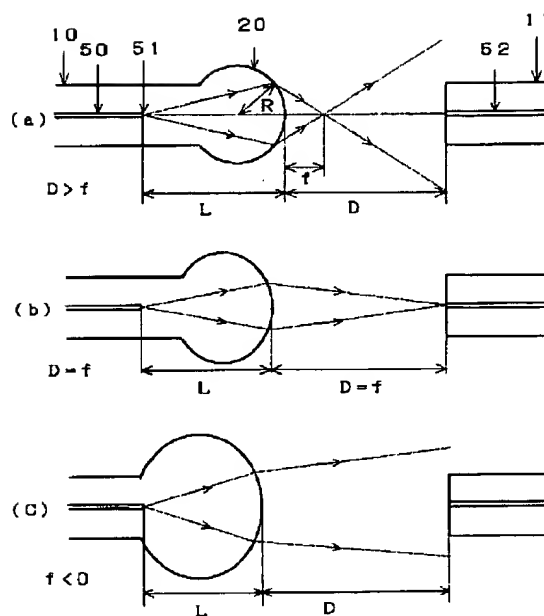
【図3】



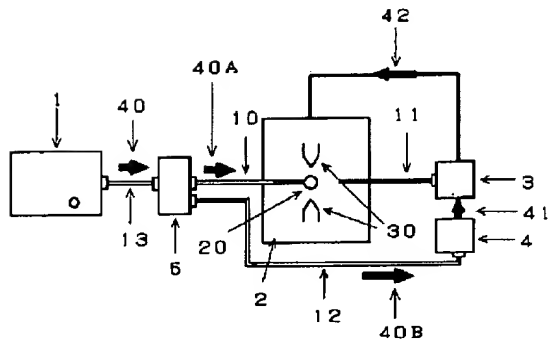
【図1】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 宮川 久行  
宮城県柴田郡川崎町大字川内字北川原山  
228 株式会社東北中谷内

(72)発明者 遠藤 浩司  
宮城県柴田郡川崎町大字川内字北川原山  
228 株式会社東北中谷内